نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۳۵۴-۳۴۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 2, Summer. 2018, p. 345-354

بررسی اثر محلول‌پاشی اتانول و متانول بر شاخص‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* c.v. Keshkeni luvelou)

محمد مقدم[1*]- رسول نریمانی[2]- قادر رستمی[3]- سپیده مجرب[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۳۱

چکیده

امروزه به دلیل اثرات مضر کودهای شیمیایی تمایل به استفاده از ترکیباتی با اثرات سوء کمتر، مورد توجه قرار گرفته است. ازاین‌رو به‌منظور تأثیر هیدروالکل‌ها بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، در سال ۱۳۹۴ آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی اتانول (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰٪ حجمی)، متانول (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰٪ حجمی)، مخلوط یکسان متانول و اتانول (۵، ۱۵ و ۲۵٪ حجمی) و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود. نتایج این تحقیق نشان داد که سطح محلول‌پاشی ۴۰ درصد حجمی متانول در اکثر صفات مورفولوژیکی بر سایر سطوح برتری داشت. در بررسی صفات بیوشیمیایی، بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل، کارتنوئید و کلروفیل b مربوط به اثر متقابل محلول‌پاشی متانول و اتانول ۲۵٪ می‌باشد. همچنین بیشترین میزان کلروفیل کل و کلروفیل a با اتانول۲۰٪ و بالاترین سطح قند با محلول‌پاشی با متانول ۱۰٪ به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، قند، هیدروالکل‌ها

مقدمه

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف و افزایش مصرف جهانی، تقاضا برای تولید مواد اولیه دارویی باکیفیت بالا نیز افزایش‌یافته است (Omidbaigi, 2007). امروزه در کشور ما در مصرف کودها و سموم شیمیایی که یکی از دستاوردهای کشاورزی رایج است نوعی تجدیدنظر در حال جریان است، زیرا مشکلات زیست‌محیطی، کاهش تنوع زیستی، سلامت بوم‌نظام‌ها و کاهش کیفیت و بالاخره اثر سوء آن‌ها بر سلامت انسان‌ها غیرقابل انکار است، در نتیجه تلاش برای بالا بردن تولید زیست‌توده و ماده مؤثره آن‌ها بدون کاربرد نهاده‌های شیمیایی و استفاده از ترکیبات غیرشیمیایی با اثرات سوء کمتر به‌عنوان جایگزین مورد نیاز است (Koocheki and Khajeh Hosseini, 2008). باوجودی که برخی شواهد حاکی از بهبود کیفیت محصولات گیاهی به‌وسیله استفاده از محلول‌پاشی الکل‌ها بوده است (Khosravi, 2011; Zbiec *et al.*, 2003)، اما مطالعات مربوط به اثر این ترکیبات بر تولید گیاهان دارویی در ایران و سایر کشورها چندان مورد توجه قرار نگرفته است؛ بنابراین شناخت تأثیر محلول‌پاشی الکل‌ها بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی در نظام‌های پایدار و تعیین شرایط بهینه تولید آن‌ها نیازمند مطالعه و تحقیق است.

اتانول و متانول از ساده‌ترین فرآورده‌های گیاهی بوده که توسط اکثر گیاهان خصوصاً طی مراحل اولیه بزرگ شدن برگ‌ها در اثر دمتیلاسیون پکتین، تولید و به‌عنوان یک ترکیب فرار به‌سرعت از طریق روزنه‌های بافت برگ به محیط اطراف انتشار می‌یابند (Fall and Benson, 1996; Galbally and Kirstine, 2002; Lionetti *et al.*, 2012). متانول به‌صورت فرم آلدهید، اسید فرمیک و درنهایت CO_2 در گیاه اکسید شده و به‌صورت اسیدهای آمینه (سرین و متیونین) و کربوهیدرات‌ها در بافت‌های مختلف گیاهان C_3 سنتز می‌شوند (Nonomura and Benson, 1992; Galbally and Kirstine, 2002). همچنین پژوهش‌ها نشان داده است اتانول در بافت گیاهی به فرمالدهید و در نهایت به دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌شود. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن داخلی منجر به افزایش راندمان فتوسنتزی می‌گردد (Khosravi, 2011). متابولیسم متانول، اتانول و تبدیل آن به قندها در برگ‌های گیاهان تیمار شده با آن‌ها

۱- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲، ۳ و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.moghadam@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v16i2.57520

می‌تواند پتانسیل اسمزی برگ‌ها را تغییر داده و باعث افزایش فشار آماس و افزایش هدایت روزنه‌ای آن‌ها شود که این امر باعث افزایش سرعت آسیمیلاسیون و همچنین افزایش رشد گیاهان خواهد شد (Nonomura and Benson, 1992; Rajala *et al.*, 1998; Makhdum *et al*., 2002). فتوسنتز، فرآیند اساسی جهت ساخت مواد آلی در گیاهان است و مقدار ماده خشک تولیدی با درجه کارایی فتوسنتزی گیاه و همچنین با نحوه تثبیت دی‌اکسیدکربن ارتباط مستقیم دارد. درنتیجه افزایش سرعت فتوسنتز برای بالا بردن ظرفیت تولید می‌تواند مفید باشد. امروزه جهت دستیابی به این امر از ترکیباتی نظیر متانول، اتانول، پروپانول، بوتانول و نیز اسیدهای آمینه‌ای نظیر گلیسین، گلوتامات و آسپاراتات می‌توان استفاده نمود (Safarzade Vishekaei, 2007). در بین این ترکیبات اتانول و متانول موادی کاملاً شناخته‌شده می‌باشند.

نتایج پژوهشگران نشان داد، محلول‌پاشی ترکیبی اتانول و متانول منجر به افزایش بیوماس و درنتیجه عملکرد گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) (Khosravi *et al.*, 2011) و بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) (Mousavi, 2014) گردید. در بررسی دیگری عملکرد دانه، وزن دانه‌ها و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول (۰، ۲۵ و ۵۰ درصد حجمی) تیمار شده بودند، به‌طور معنی‌دار در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش یافت. طی این بررسی مشخص شد که محلول‌پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا گذاشت (Le *et al.*, 1995). همچنین گزارش‌شده است که در گیاه توت‌فرنگی (*Fragaria× ananasa* cv. Gaviota)، محلول‌پاشی هیدروالکل‌ها به‌صورت ترکیبی ۱۵٪ اتانول و متانول، رشد گیاه را افزایش و عملکرد میوه را نیز متناسب با آن افزایش داد (Yavarpanah, 2015). در مقابل در پژوهشی دیگر بیان شد که محلول‌پاشی متانول (۰، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ درصد حجمی) تأثیر مثبتی بر عملکرد برنج نداشت (Abbasian, 2014). در بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر رشد گیاه اسطوخودوس (*Lavandula stoechas* L.)، متانول در سطح ۲۰٪ بیشترین تأثیر را بر وزن‌تر و خشک برگ داشته است (Bagheri, 2014).

در این راستا با توجه به اثرات مثبت اتانول و متانول برای تولید گیاهان سالم (بدون استفاده از نهاده‌های شیمیایی)، هدف از این مطالعه اثر محلول‌پاشی هیدروالکل‌ها بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان (رقم کشکنی لولو) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی اتانول و متانول بر عملکرد مورفولوژیکی و برخی صفات بیوشیمیایی ریحان، آزمایشی در طی بهار و تابستان ۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در شرایط کنترل‌شده واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا گردید. میانگین بارندگی سالیانه و میانگین سالیانه دما به‌ترتیب ۲۱۲ میلی‌متر و ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

این آزمایش به‌صورت گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌های اتانول (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰٪ حجمی)، متانول (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰٪ حجمی)، مخلوط یکسان متانول و اتانول (۵، ۱۵ و ۲۵٪ حجمی) و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود. در این آزمایش از بذر ریحان اصلاح‌شده رقم کشکنی لولو استفاده شد. ابتدا بذور سالم در گلدان‌هایی از جنس پلاستیک به ارتفاع ۳۰ و قطر دهانه‌ی ۳۰ سانتی‌متری و دارای زهکشی مناسب به‌صورت کپه‌ای در عمق ۱- ۰/۵ سانتی‌متری خاک و در پنج نقطه از گلدان در اواسط فروردین‌ماه کاشته شد. پس از سبز شدن بذرها، در مرحله دوبرگی تنک‌کردن صورت گرفت به‌طوری‌که در هر نقطه یک گیاهچه سالم (چهار بوته در هر گلدان) از بین آن‌ها انتخاب شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک استفاده شده در آزمایش

Table 1- Physicochemical properties of the experiment soil

بافت خاک (Soil text)	رس ٪ (Clay)	لای ٪ (Silt)	شن ٪ (Sand)	اشباع کل اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})
لومی رسی (Clay loam)	41	30	29	7.9	1.2

ازآن‌جایی‌که محلول‌پاشی در اوج تابش نور یعنی در ساعات میانی روز به دلیل جذب حداکثر الکل‌ها و در روزهای بدون وزش باد و باران مناسب‌تر است، محلول‌پاشی ساعت ۲ بعدازظهر انجام گردید (Noor Husseini Niakan *et al*., 2011). محلول‌پاشی در ۴ مرحله و به فاصله‌ی ۱۵ روز یک‌بار تا خیس شدن کامل گیاه صورت گرفت. اولین محلول‌پاشی در مرحله‌ی ۶-۴ برگی (گیاهچه‌ای)، دومین محلول‌پاشی ۳۵ روز پس از کاشت و در مرحله ۱۰-۸ برگی، سومین محلول‌پاشی در مرحلهٔ شروع تشکیل گل‌آذین و آخرین مرحله محلول‌پاشی در مرحله‌ی ۸۰ درصد گلدهی گیاه ریحان انجام گرفت و ۱۵ روز پس از آن کلیه گیاهان برداشت شدند.

ارزیابی صفات مورفولوژیکی

جهت تعیین ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد ساقه گل‌دهنده، تعداد گره، فاصله میانگره، طول گل‌آذین، قطر ساقه و وزن‌تر برگ و ساقه، چهار بوته به‌طور تصادفی برای هر تکرار (هر تکرار شامل پنج بوته) انتخاب‌شده و اندازه‌گیری برای صفات موردنظر صورت گرفت. برای تعیین طول و عرض برگ با انتخاب تصادفی چهار برگ میانی از بوته‌های هر گلدان این صفات توسط کولیس برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان طول و عرض تیمار مربوطه یادداشت گردید. جهت تعیین وزن خشک برگ و ساقه، هر یک از اندام‌ها به‌طور جداگانه در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن خشک ثابت قرار داده شد.

ارزیابی صفات بیوشیمیایی

برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئید، ۰/۲گرم (۲۰۰ میلی‌گرم) برگ تازه از برگ‌های جوان کاملاً توسعه‌یافته را جدا کرده و آن را در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۹۹٪ برای استخراج رنگ‌دانه‌ها ساییده، سپس به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه انجام گرفت (Lutts *et al.*, 1996). سپس عصاره استخراج‌شده را برداشته و با استفاده از اسپکتروفتومتر میزان جذب نور در طول‌موج‌های ۴۷۰، ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر قرائت گردید. درنهایت مقدار کلروفیل با استفاده از روابط زیر به‌دست آمد.

$$CHLa=15.65\ A666 - 7.34\ A653$$
$$CHLb=27.05\ A653 - 11/21\ A666$$
$$Cx+c= 1000\ A470 - 2.860\ CHLa - 129.2\ CHLb$$
$$CHLt = CHLa + CHLb + Cx+c$$

CHLa: میزان کلروفیل a، CHLb: میزان کلروفیل b، Cx+c: کاروتنوئید کل، CHLt: کلروفیل کل

همچنین شاخص سبزینگی با دستگاه SPAD اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان غیر آنزیمی کل عصاره برگ، ابتدا عصاره‌های متانولی با استفاده از متانول خالص در دمای اتاق تهیه شد و آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی کل بر اساس روش Moon and Terao (1998) و با ایجاد کمی تغییرات از طریق غیرفعال کردن رادیکال‌های آزادشده توسط ماده DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazul) صورت پذیرفت. جذب محلول‌های حاصل و شاهد (حاوی کلیهٔ مواد غیر از نمونه) در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. درصد بازداری از DPPH با مقایسه نمونه‌های عصاره و نمونه شاهد و استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد.

$$\%\ AA: 1 - A_{517}\ (sample)/A_{517}\ (control) \times 100$$

فنل کل در عصاره برگ با معرف فولین سیکالتو با روش پیشنهادی Singleton and Rossi (1965) اندازه‌گیری شد. مقدار جذب محلول با استفاده اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. از اسید گالیک به‌عنوان استاندارد استفاده شد و مقدار ترکیبات فنلی کل بر اساس معادل میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن خشک بیان می‌شود.

برای اندازه‌گیری قند کل ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره تغلیظ شده با سه میلی‌لیتر معرف آنترون مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. میزان جذب نور هر یک از نمونه‌ها پس از سرد شدن در طول موج ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Sadasivam and Manickam, 1992). داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری استفاده‌شده (طرح کاملاً تصادفی)، با استفاده از نرم‌افزار JMP8 تجزیه‌وتحلیل شدند و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. رسم اشکال و برخی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار Excel 2003 انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی صفات مورفولوژیکی

نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق حاکی از آن بود که اعمال تیمارها در ۲۱ شاخص مورد ارزیابی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($P\leq0.01$) بودند (جدول ۲).

بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره، ساقه گل‌دهنده، طول و عرض برگ، فاصله میانگره، وزن تر برگ، وزن خشک برگ و ساقه، طول گل‌آذین و قطر ساقه مربوط به تیمار محلول‌پاشی متانول ۴۰٪ بود و بیشترین مقدار وزن تر ساقه از تیمار محلول‌پاشی با متانول ۳۰٪ به‌دست آمد (جدول ۳). در تحقیقی بر روی گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) مشاهده گردید که اعمال تیمار هیدروالکلی متانول با غلظت ۳۰٪ اگرچه باعث افزایش ارتفاع نسبت به گیاهان شاهد شده ولی باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد و وزن دانه گردید (Makhdum *et al.*, 2002). در این تحقیق نیز میزان ارتفاع گیاه ریحان با محلول‌پاشی متانول ۳۰٪ افزایش یافت ولی بیشترین مقدار آن با محلول‌پاشی با تیمار هیدروالکلی متانول ۴۰٪ مشاهده گردید (جدول ۲). متانول بعد از محلول‌پاشی از طریق آنزیم متانول اکسیداز تبدیل به فرمالدهید و سپس تبدیل به فرمات (متانوئیک اسید) می‌شود. فرمات در مرحله بعد توسط آنزیم فرمات دهیدروژناز تبدیل به دی‌اکسیدکربن شده و باعث افزایش دی‌اکسیدکربن درون سلولی در گیاه می‌شود (Nonomora *et al.*, 1992). بنابراین متانول به‌عنوان یک منبع کربن می‌تواند در افزایش آسیمیلاسیون دی‌اکسیدکربن و فتوسنتز خالص نقش داشته باشد (Ehyaei *et al.*, 2010).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه ریحان تحت شرایط محلول‌پاشی اتانول و متانول

Table 2- Analysis of variance for measured traits in basil under foliar application of ethanol and methanol

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	Mean square میانگین مربعات									
		ارتفاع بوته Plant height	شاخص سبزینگی SPAD	تعداد شاخه فرعی Number of branches	تعداد گره Number of node	تعداد ساقه گل‌دهنده Number of flowering stem	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	فاصله میانگره Internode length	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن تر ساقه Stem fresh weight
محلول‌پاشی Foliar application	11	13.20**	1084.12**	13.41**	3.78**	4.77**	0.46**	0.16**	1.91**	24.08**	14.03**
خطا Error	24	4.46	10.51	2.96	0.34	2.37	0.10	0.04	0.13	0.57	0.51
CV%		7.20	25.64	24.90	12.53	24.64	16.66	13.83	26.48	30.19	26.75

**: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

**: Significant difference at 1% level

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه ریحان تحت شرایط محلول‌پاشی اتانول و متانول

Table 2- Analysis of variance for measured traits in basil under foliar application of ethanol and methanol

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	Mean square میانگین مربعات										
		وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	طول گل‌آذین Inflorescence length	قطر ساقه Stem diameter	آنتی اکسیدان غیر آنزیمی کل Antioxidant activity	فنل کل Total phenol	قند Sugar content	کارتنوئید Carotenoid	کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b
محلول‌پاشی Foliar application	11	0.57**	0.64**	8.51**	0.006**	77.77**	6.23**	3.86**	0.41**	2.78**	1.52**	0.65**
خطا Error	24	0.03	0.02	0.31	0.0004	17.22	0.28	1.02	0.06	0.09	0.03	0.08
CV%		25.43	21.94	24.83	18.66	10.65	18.60	23.90	17.22	9.23	11.32	8.64

**: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

**: Significant difference at 1% level

در بررسی صورت گرفته روی پنبه مشاهده شد که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش طول ساقه فرعی و تعداد گره ساقه اصلی می‌شود (Makhdum *et al.*, 2002). در نخود (*Cicer arietinum*) بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در محلول‌پاشی۳۰٪ متانول مشاهده شد (Ehyaei *et al.*, 2010). همچنین در تحقیق بر روی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) مشاهده شد که بیشترین مقدار تولید انشعابات فرعی ساقه مربوط به تیمار متانول ۴۰٪ بوده است و با افزایش غلظت به میزان ۵۰٪، کاهش انشعابات فرعی مشاهده گردید (Khosravi, 2011) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد ولی تعداد شاخه جانبی، تعداد گره و ساقه گل‌دهنده در تیمار اتانول ۱۰٪، کمتر از شاهد بود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که الکل‌ها با غلظت‌های متفاوت بر گونه‌های مختلف تأثیرات متفاوتی را اعمال می‌کنند. در تحقیقی بر روی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) مشخص شد محلول‌پاشی با کمترین و بیشترین غلظت هیدروالکل‌ها (۱۰ و ۴۰ درصد حجمی اتانول و متانول) باعث تأثیر منفی روی تعداد شاخه جانبی شده است (Nourafcan and Kalantari, 2017). بیشترین مقدار وزن خشک ساقه و برگ مربوط به تیمار متانول ۴۰٪ بود (جدول ۳). احتمالاً متانول با به تعویق انداختن پیری سبب افزایش دوره فعال فتوسنتزی می‌شود که در نهایت منجر به تولید بیشتر محصول در گیاه می‌گردد (Heins *et al.*, 1980). گیاهان تیمار شده با متانول می‌توانند فتوسنتز خالص خود و متعاقب آن راندمان تبدیل کربن در گیاه را بهبود بخشند (Benson *et al.*, 1992). در آزمایشی بر روی چغندرقند، بیشترین ماده خشک هوایی در تیمار ۳۰٪ درصد حجمی متانول گزارش شد (Zebic *et al.*, 2003) که با نتایج این تحقیق مشابه بود ولی کمترین وزن خشک برگ در محلول‌پاشی با اتانول ۲۰٪ مشاهده شد (جدول ۳). در مطالعه‌ای که بر روی گوجه‌فرنگی انجام شد؛ مشخص گردید گیاهانی که با متانول ۱۵٪ محلول‌پاشی شدند، دارای وزن خشک برگ بیشتری نسبت به تیمار

شاهد بودند (Row *et al*., 1994) که با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت. عکس‌العمل متفاوت برگ این دو گیاه (ریحان و گوجه‌فرنگی) به تیمارهای الکلی با غلظت‌های یکسان می‌تواند مربوط به اختلاف در ساختمان برگ و در فرآیند متابولیسم این دو گیاه به دلیل خصوصیات ژنتیکی متنوع باشد. در گیاهان تیمار شده با متانول آسیمیلاسیون نیتروژن افزایش می‌یابد (Abanda *et al*., 2006). با افزایش میزان نیتروژن به‌طور قابل‌توجهی اندازه و تعداد برگ افزایش می‌یابد و تا حدود زیادی سبب افزایش مقدار نور جذب شده می‌شود (Muchow, 1990) که بر طبق نتیجه به‌دست آمده از این تحقیق، بیشترین طول و عرض برگ مربوط به محلول‌پاشی با متانول ۴۰ درصد بود. همچنین کمترین طول برگ مربوط به گیاهان شاهد و اتانول ۲۰ درصد و عرض برگ مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). محلول‌پاشی متانول بر روی برگ گیاهان باعث فعال شدن ژن پکتین متیل استراز شده که به افزایش یون کلسیم در سلول‌های برگ و درنهایت بزرگ شدن برگ‌ها منجر می‌شود (Ramirez *et al*., 2006). محلول‌پاشی متانول به‌طور غیرمستقیم سبب تحریک باکتری‌های متیلوتروف برگ گیاهان شده و این باکتری‌ها با تولید اکسین و سیتوکینین باعث تسریع روند رشد در گیاهان می‌شود (Ivanova *et al*., 2001). بنابراین در ریحان تعداد ساقه گل‌دهنده با تیمار متانول ۴۰٪ بیشترین مقدار و اتانول ۱۰٪ کمترین مقدار را داشت. متانول سبب افزایش تولید هورمون جیبرلین می‌شود (Ivanova *et al*., 2001). افزایش تولید این هورمون می‌تواند قطر ساقه را تحت تأثیر قرار دهد؛ که این مورد نیز باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در قطر ساقه ریحان شد؛ به‌طوری‌که بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار متانول ۴۰٪ بود (جدول ۳).

بررسی صفات بیوشیمیایی

نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین میزان قند مربوط به محلول‌پاشی با متانول ۱۰٪ بود و افزایش غلظت متانول باعث کاهش آن می‌شود (جدول ۴). ازآن‌جایی‌که تیمار متانول باعث تولید دو مولکول سرین در گیاهان تحت تیمار می‌شود؛ بنابراین چنین وضعیتی باعث افزایش گلوگز، فروکتوز و دو برابر شدن ساکارز و درکل باعث افزایش عملکرد و میزان قند می‌شود (Ramirez *et al*., 2006). محتوای کلروفیل (a، b و کل) و همچنین کاروتنوئید به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده قرار گرفتند (جدول ۴). متانول و اتانول به‌تنهایی و یا در ترکیب باهم در محلول‌پاشی روی ریحان اثر قابل‌توجهی داشتند. به این صورت که بیشترین مقدار کارتنوئید و کلروفیل b در ترکیب اتانول و متانول ۲۵٪ و بیشترین مقدار کلروفیل a و کل در تیمار اتانول ۲۰٪ مشاهده شد (جدول ۳). محتوای کلروفیل برگ یک عامل مهم در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ می‌باشد. در آزمایش‌های مختلف یک همبستگی مثبت بین میزان فتوسنتز برگ و محتوای کلروفیل وجود دارد (Hesketh *et al*., 1983). از سویی دیگر، تشکیل کلروفیل در حضور نور نیاز به هورمون سیتوکینین دارد. بنابراین الکل باعث افزایش محتوای سیتوکینین گیاه می‌شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی اتانول و متانول بر صفات مورفولوژیکی گیاه ریحان

Table 3- The mean comparison of ethanol and methanol foliar application on morphological traits of basil

تیمار ٪ Treatment		ارتفاع Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of branches	تعداد گره Number of node	تعداد ساقه گل‌دهنده Number of flowering stem	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	فاصله میانگره Internode length (cm)
شاهد Control	0	34.15^{e}	15.13^{de}	8.66^{de}	7.11^{ef}	3.85^{de}	1.78^{d}	3.25^{bc}
اتانول Ethanol	10	38.31^{abcd}	13.76^{f}	7.66^{f}	6.66^{f}	4.54^{bc}	2.19^{bc}	3.40^{b}
	20	35.08^{cde}	14.50^{ef}	8.50^{def}	7.66^{ef}	3.91^{de}	2.04^{bcd}	2.25^{ef}
	30	38.54^{abc}	17.15^{c}	10.50^{ab}	10.66^{bcd}	4.33^{bcd}	1.90^{cd}	2.00^{f}
	40	38.44^{abcd}	15.65^{d}	8.17^{ef}	10.55^{bcd}	4.36^{bcd}	2.07^{bcd}	3.13^{bc}
متانول Methanol	10	34.95^{de}	15.03^{de}	9.22^{cd}	8.33^{def}	4.03^{cde}	1.91^{cd}	2.70^{cde}
	20	36.18^{cde}	18.85^{b}	10.55^{ab}	12.77^{ab}	4.12^{bcde}	2.20^{bc}	2.50^{def}
	30	36.74^{bcde}	18.33^{b}	9.22^{cd}	11.55^{abc}	4.63^{ab}	2.33^{ab}	4.70^{a}
	40	41.1^{a}	20.03^{a}	11.33^{a}	13.44^{a}	5.18^{a}	2.67^{a}	4.43^{a}
اتانول×متانول Ethanol× Methanol	5	36.96^{bcde}	19.20^{ab}	10.33^{b}	9.33^{cde}	3.67^{e}	2.02^{bcd}	3.40^{b}
	15	36.37^{cde}	17.03^{c}	9.66^{bc}	11.11^{abc}	4.20^{bcde}	2.28^{b}	3.10^{bcd}
	25	40.01^{ab}	19.20^{ab}	10.33^{b}	11.44^{abc}	4.07^{bcde}	2.09^{bcd}	2.86^{bcd}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال آماری پنج درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different at 5 (%) probability level according to LSD test

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی اتانول و متانول بر صفات مورفولوژیکی گیاه ریحان

Table 3- The mean comparison of ethanol and methanol foliar application on morphological traits of basil

تیمار ٪ Treatment		وزن تر برگ Leaf fresh weight (g per plant)	وزن تر ساقه Stem fresh weight (g per plant)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g per plant)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g per plant)	طول گل‌آذین Inflorescence length (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)
شاهد Control	0	7.28^{de}	4.41^{e}	1.04^{cdef}	4.06^{c}	2.89^{def}	0.24^{de}
اتانول Ethanol	10	6.36^{e}	5.63^{d}	1.13^{cde}	3.70^{cd}	3.00^{cde}	0.17^{f}
	20	5.01^{f}	7.83^{bc}	0.75^{f}	2.16^{e}	2.58^{g}	0.25^{cde}
	30	6.36^{e}	8.13^{bc}	0.89^{def}	3.47^{cd}	2.82^{efg}	0.28^{bc}
	40	8.12^{cd}	8.35^{b}	1.35^{bc}	4.36^{c}	2.85^{ef}	0.29^{b}
متانول Methanol	10	8.98^{bc}	5.95^{d}	1.18^{cd}	3.96^{c}	3.06^{cde}	0.24^{cde}
	20	8.74^{bc}	5.16^{de}	1.07^{cde}	4.41^{c}	3.14^{cd}	0.24^{cde}
	30	9.30^{bc}	9.42^{a}	1.61^{b}	6.48^{b}	3.48^{b}	0.27^{bcd}
	40	16.02^{a}	8.05^{bc}	2.32^{a}	10.45^{a}	4.23^{a}	0.36^{a}
اتانول×متانول Ethanol× Methanol	5	6.33^{e}	4.28^{e}	0.83^{ef}	2.71^{de}	2.68^{fg}	0.23^{e}
	15	9.75^{b}	7.51^{bc}	1.53^{b}	5.74^{b}	3.26^{bc}	0.23^{de}
	25	9.75^{b}	7.31^{c}	1.55^{b}	4.47^{c}	3.22^{c}	0.22^{e}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with same letters in each column are not significantly different at 5 (%) probability level according to LSD test.

جدول ٤- مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی اتانول و متانول بر صفات بیوشیمیایی گیاه ریحان

Table 4- The mean comparison of ethanol and methanol foliar application on biochemical traits of basil

تیمار ٪ Treatment		آنتی‌اکسیدان غیر آنزیمی کل Antioxidant activity (%)	فنل کل Total phenol ($mg.g^{-1}FW$)	قند Sugar content ($mg.g^{-1}FW$)	کارتنوئید Carotenoid ($mg.g^{-1}FW$)	کلروفیل کل Total chlorophyll ($mg.g^{-1}FW$)	کلروفیل a Chlorophyll a ($mg.g^{-1}FW$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($mg.g^{-1}FW$)	شاخص سبزینگی SPAD
شاهد Control	0	29.96^{ed}	6.17^{def}	0.0804^{bc}	0.77^{cd}	3.51^{cd}	2.45^{cd}	1.45^{bc}	29.80^{g}
اتانول Ethanol	10	35.40^{bcd}	6.31^{def}	0.0798^{d}	0.79^{cd}	4.24^{b}	3.25^{b}	1.00^{cdef}	76.35^{cde}
	20	41.10^{ab}	7.00^{cd}	0.0801^{bcd}	1.00^{bcd}	5.51^{a}	4.09^{a}	1.42^{bc}	55.37^{f}
	30	33.30^{cde}	8.11^{b}	0.0802^{bcd}	0.22^{e}	4.14^{b}	2.08^{e}	1.57^{ab}	86.75^{abc}
	40	36.30^{abcd}	7.85^{bc}	0.0800^{cd}	1.16^{abc}	2.39^{e}	2.26^{de}	1.13^{bcd}	74.35^{de}
متانول Methanol	10	37.93^{abc}	7.84^{bc}	0.0811^{a}	0.63^{de}	2.62^{e}	2.24^{de}	0.77^{def}	65.73^{ef}
	20	30.16^{de}	6.29^{def}	0.0799^{d}	0.81^{cd}	3.89^{bc}	2.73^{c}	1.04^{cde}	78.05^{cd}
	30	30.30^{de}	6.75^{d}	0.0806^{ab}	1.33^{ab}	3.62^{cd}	1.98^{ef}	1.34^{bc}	95.96^{ab}
	40	28.26^{e}	6.67^{de}	0.0800^{cd}	0.69^{d}	3.14^{d}	2.41^{cd}	0.56^{ef}	98.65^{a}
اتانول×متانول Ethanol× Methanol	5	27.03^{e}	5.72^{f}	0.0801^{bcd}	0.67^{d}	2.41^{e}	1.41^{g}	0.62^{ef}	71.50^{de}
	15	36.86^{abcd}	5.84^{ef}	0.0799^{cd}	1.42^{ab}	2.18^{e}	1.67^{fg}	0.51^{f}	88.06^{abc}
	25	42.80^{a}	10.95^{a}	0.0802^{bcd}	1.47^{a}	3.15^{d}	2.68^{c}	2.06^{a}	86.56^{bc}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال آماری پنج درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with same letters in each column are not significantly different at 5 (%) probability level according to LSD test.

آن‌هم به‌نوبه‌ی خود باعث افزایش میزان رنگ‌دانه کلروفیل و کارتنوئید می‌گردد (Ivanova *et al.*, 2001). با توجه به گزارش‌ها، متانول به فرمالدئید تبدیل و سپس با اکسیداسیون سریع به دی‌اکسید کربن تبدیل می‌شود. افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در برگ نقطه جبران دی‌اکسیدکربن را بالا می‌برد. متانول، فشار آماس، درصد قند و تورم سلول را افزایش و به توسعه برگ و افزایش کلروفیل و محتوای کاروتنوئید کمک می‌کند (Zbiec *et al.*, 2003). همچنین بیشترین مقدار بیوسنتز کلروفیل (شاخص سبزینگی) در ریحان مربوط به محلول‌پاشی با متانول ۴۰٪ و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود (جدول ۴) که مشابه با نتایج Khosravi (2011) است که بر طبق تحقیقات آن، مقدار بیوسنتز کلروفیل در بادرنجبویه با افزایش غلظت تیمار هیدروالکلی متانول به ۵۰٪ روند رو

به افزایشی را به دنبال داشته است. در این تحقیق اثر عصاره ریحان در جاروب کردن رادیکال‌های آزاد DPPH مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش حاکی از این بود که آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی کل و فنل کل تحت تأثیر محلول‌پاشی ترکیب اتانول و متانول ۲۵٪ بیشترین مقدار را داشت و کمترین مقدار مربوط به متانول ۴۰٪ بود. بنابراین کاربرد متانول و اتانول به تنهایی باعث کاهش معنی‌داری در این صفات می‌شود (جدول ۴). ارزیابی ترکیبات بیواکتیو آنتی‌اکسیدان در روغن ذرت نشان داد که قدرت به دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد DPPH بیشترین همبستگی را با فنل کل و محتوای کاروتنوئید دارد (Qasimk *et al.*, 2010). در این تحقیق نیز همبستگی مثبتی بین فنل کل و آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی کل مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه سطح محلول‌پاشی ۴۰ درصد حجمی متانول در اکثر صفات بر سایر سطوح برتری نشان داد و در رابطه با صفات بیوشیمیایی بهترین تیمار استفاده ترکیبی اتانول و متانول می‌باشد. استفاده از متانول به‌عنوان عامل افزایش‌دهنده منبع کربن و راندمان فتوسنتزی می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر رشد و عملکرد گیاه ریحان رقم کشکنی لولو در گلدان داشته باشد. با توجه به این مطالب استفاده از محلول‌پاشی متانول اهمیت زیادی پیدا می‌کند. اگر زمینه کاربردی استفاده از متانول را بررسی کنیم، شاید با توجه به قیمت متانول و مقدار مصرف بالای آن در سطح وسیع مزرعه، استفاده از آن زیر سؤال برود؛ اما با توجه به مطالب گفته‌شده و ذکر مجدد این نکته که متانول می‌تواند عنصر کربن را که از عناصر ضروری و پرمصرف مورد نیاز گیاه است، تأمین کند. بنابراین می‌توان متانول را به‌عنوان یک کود در نظر گرفت و همان‌طور که در بسیاری از کشورها به کود یارانه تعلق می‌گیرد، در مورد متانول نیز می‌تواند همین رویه را در پیش گرفت. البته این موضوع در صورتی محقق خواهد شد که سودمندی استفاده از متانول در مورد گیاهان مختلف به‌خوبی به اثبات برسد که این موضوع مستلزم انجام آزمایش‌های بیشتری در شرایط مزرعه در آینده خواهد بود.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی شماره ۲/۳۸۷۵۹ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است.

References

1. Abanda, D., Musch, M., Tschiersch, J., and Schawb, M. 2006. Molecular interaction between methylobacterium extorquens and seedling: growth promotion, methanol consumption and localization of the methanol emission site. Journal of Experimental Botany 57 (15): 4025-4032.
2. Abbasian, A., Mirshekari, B., Safarzadeh Vishekaei, M. N., Rashidi, V., and Aminpanah, H. 2014. Growth, yield, and yield component changes in response to methanol application on rice (*Oryza sativa* cv. shiroudi). Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 4 (2): 361-369.
3. Bagheri, H. R., Ladan Moghadam, A. R., and Afshari, H. 2014. The effects of foliar application of methanol on growth and secondary metabolites in lavender. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 8 (2): 150-152.
4. Benson, A. A., and Nonomura, A. M. 1994. The path of carbon in photosynthesis: methanol inhibition of glycolic acid accumulation. Research Journal of Phytochemistry 34: 196.
5. Ehyaei, H. R., Parsa, M., Kafi, M., and Nasiri Mahalati, M. 2010. Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars. Iranian Journal Pulses Research 1: 37-48. (in Persian with English abstract).
6. Fall, R., and Benson, A. A. 1996. Leaf methanol-The simplest natural product from plants. Journal of Trends Plant Science 1: 296-301.
7. Galbally, E., and Kirstine, W. 2002. The production of methanol by flowering plants and the global cycle of methanol. Journal of Atmospheric Chemistry 43: 195-229.
8. Heins, R. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. Journal of the American Society for Horticultural Science 105 (1): 141-144.
9. Hesketh, J. D., Orgen, W. L., Hageman, M. E., and Peters, D. B. 1981. Correlation among leaf CO_2-exchange rates, areas and enzyme activities among soybean cultivars. Photosynthesis Research 2: 21-30.
10. Ivanova, E. G., Dornina, N. V., and Trotsenko, Y. A. 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiology 70: 392-397.
11. Khosravi, E. 2011. Effect of methanol and ethanol on yield and quality of *Melissa officinalis* L. Master's thesis. Department of Horticulture Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Karaj, Iran. (in Persian).
12. Khosravi, M. T., Mehrafarin, A., Naghdi Badi H. A., Haji Aghaee, R., and Khosravi, E. 2011. Effect of methanol and ethanol on yield of *Echinacea purpurea* at Karaj-Iran. Journal of Herbal Drugs 2 (2): 121-128. (in Persian with English abstract).

13. Koocheki, A. R., and Khajeh Hosseini, M. 2008. Modern Agronomy. Jihad-e- Daneshgahi of Mashhad Press. (in Persian).
14. Li, Y., Gupta, J., and Siyumbano, A. K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. Journal of Plant Nutrition 18: 1875-1880.
15. Lionetti, V., Cervone, F., and Bellincampi, D. 2012. Methyl esterification of pectin plays a role during plant-pathogen interactions and affects plant resistance to diseases. Journal of Plant Physiology 169: 1623-1630.
16. Lutts, S., Kinet J. M., and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Journal of Annals of Botany 78: 389-398.
17. Makhdum, M. I., Malik, M. N. A., Din, S. U., Ahmad, F., and Chaudhry, F. I. 2002. Physiology response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science) 13: 37-43.
18. Moon, J. H., and Terao, J. 1998. Antioxidant activity of caffeic acid and dihydrocaffeic acid in lard and human low density lipoprotein. Journal of Agriculture and Food Chemistry 46: 5062-5065.
19. Mousavi, J., and Bazrgar, A. B. 2014. Effect of foliar application of methanol and ethanol on yield components and essential oil content of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 4 (4): 381-386.
20. Muchow, R. C., Sinclair, T., and Rennetl, I. M. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. Agronomy Journal 82: 238-343.
21. Nonomura, A. M., and Benson, A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 89: 9794-9798.
22. Noor Husseini Niakan, S. A., Safarzadeh Vishkai, M. N., Aslani, A., and Vale Sheyda F. 2011. Effect of concentration methanol foliar application time on growth and yield of mungbean. Journal of Agricultural Research 3: 305-295.
23. Nourafcan, H., and Kalantari, Z. 2017. The effect of methanol and ethanol foliar application on peppermint morpho-physiological charactristics. Agroecology Journal 12 (4): 1-9. (in Persian with English abstract).
24. Omidbaigi, R. 2007. Production and processing of medicinal plants (Volume 1). Behnashr Publications. Tehran. (in Persian).
25. Qasim, A., Ashraff, M., and Anwar, F. 2010. Seed composition and seed oil antioxidant activity of maize under water stress. Journal of American Oil Chemistry Society 87: 1179-1187.
26. Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, S., and Peltonen-Sainio, P. 1998. Foliar applications of alcohols failed to enhance growth and yield of C3 crop. Journal of Industrial Crops and Products 7: 129-137.
27. Ramirez, I. F., Dorta, V., Espinoza, E., Jimenez, A., and Mercado, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. Journal of Plant Growth Regulation 25: 30-44.
28. Rowe, R. N., Farr, D. J., and Richards, B. A. J. 1994. Effects of foliar and root applications of methanol or ethanol on the growth of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 22: 335-337.
29. Sadasivam, S., and Manickam, A. 1992. In: Biochemical Methods for Agricultural Sciences. Wiley Eastern Ltd., New Delhi. Pp.184-185.
30. Safarzade Vishkaei, M. 2007. Effects of methanol on growth and yield of peanut. Ph.D. thesis. Sciences and Research Unit, Islamic Azad University Tehran, Iran. 232 pp. (in Persian).
31. Singleton, V. L., and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagent. American Journal of Enology and Viticulture 16: 144-158.
32. Yavarpanah, Z., Alizadeh, M., and Seifi, E. 2015. Effects of foliar and root applications of hydro-alcoholic solutions on physiological and biochemical attributes and fruit yield and weight of strawberry. Journal of Plant Physiology and Breeding 5 (1): 47-54.
33. Zbiec, I. I., Karczmarczyk, S., and Koszanski, Z. 1999. Influence of methanol on some cultivated plants. Department of Plant Production and Irrigation. Agricultural University of Szczecin 73: 217-220.
34. Zbiec, I., Karczmarczyk, S., and Podsiadlo, C. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU) 6 (1): 1-7.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 2, Summer. 2018, p. 345-354

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۳۵۴-۳۴۵

Studying the Effect of Foliar Application of Methanol and Ethanol on Morphological and Biochemical Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* c.v. Keshkeni luvelou)

M. Moghaddam[1*]- R. Narimani[2]- Gh. Rostami[3]- S. Mojarab[4]
Received: 15-07-2016
Accepted: 22-08-2017

Introduction

The side effects of chemical drugs has resulted in more attention of human to use medicinal plants and extract their ingredients for treated of many diseases. Iranian plateau have been introduced as an origin of many medicinal plants and according to the needs of pharmaceutical, food and cosmetic industries to medicinal plants as a raw materials, necessity of cultivation of medicinal plant species in the country is quite clear, because dependency to natural products and the indiscriminate exploitation of them will be extinction of this species. Basil (*Ocimum basilicum*) is a medicinal plant of the family of Lamiaceae, which it is very important in pharmaceutical industry, food and traditional medicine. Due to serious problems in the past decades resulting excessive application of chemical inputs and plant growth regulators to enhance agricultural production, nowadays, the need for new technologies to produce safe food and to protect environment has been of great interest to the international community. In this regard, the application of alcohols, especially ethanol and methanol solutions, to improve the performance of plants in the agricultural systems are important. Alcohols are the most important compounds in organic chemistry and they have wide frequency in the nature and are easily produced in the industry and chemical laboratories. In addition, use of foliar application of methanol and ethanol on the aerial parts of different plants propound as one of the newest strategies to increase growth and their yield. The objective of this experiment was evaluation of methanol and ethanol spraying effects on morphological and biochemical characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.).

Materials and Methods

This experiment was carried out as completely randomized design with three replications at the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in 2015. Plants were foliar treated with four levels of ethanol (0, 10, 20 and 40% v/v), methanol (0, 10, 20 and 40% v/v), the same mixture of methanol and ethanol (5, 15 and 25% v/v), and control (without spraying).

Results and Discussion

The results of variance analysis showed that the effect of foliar application had significant effect ($P<0.01$) on measured indices, so that 40% methanol in the most of morphological characters is superior to the other levels. Alcohol treatments are effective to the growth and development of the vegetative organs of plants. Also, alcohol treatments can increase the carbohydrate accumulation and carbon dioxide concentration. Also, foliar application of methanol along with methanol that produces at leaves by pectin methyl esterase enzyme in cell wall development processes can increase cytokine in production and stimulation plant growth. In the biochemical traits, the most of antioxidant activity, phenol, carotenoids and chlorophyll b related to interaction of foliar application of methanol and ethanol 25%. Methanol increases turgor pressure, sugar content, cell swelling and helps to leaves development and increasing of chlorophyll and carotenoid content. Foliar application of methanol lead to increasing of FBPase enzyme activity such as enzymes that involve in control photosynthetic process. Ethanol converts to formaldehyde after penetrating to plant tissue and finally converts to

1- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Ferdowsi University of Mashhad
2, 3, 4- MSc of Horticultural Science, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: m.moghadam@um.ac.ir)

carbon dioxide. Produced carbon dioxide increases internal concentration of that at leaf and causes to increase of photosynthetic efficiency. Also the most of total chlorophyll and chlorophyll a with 20% ethanol treatment and the most level of sugar were achieved by foliar application with 10% methanol.

Conclusions

Generally in this study it can be concluded that foliar application of methanol and ethanol as a carbon source and biostimulant can increase the biomass and yield of Basil.

Keywords: Antioxidant activity, Hydroalcoholic, Sugar, Yield